

## H17/B04 ナノ半導体物理の構築とその作製・計測技術の開拓(1節 共同プロジェクト研究の理念と概要, 第4章 共同プロジェクト研究)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	12
ページ	234-236
発行年	2006-08
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/30642">http://hdl.handle.net/10097/30642</a>

課題番号 H17/B04

採択回数

① 2 3

## ナノ半導体物理の構築とその作製・計測技術の開拓

### [1] 組織

代表者：白石 賢二

(筑波大院・数理物質科学研究科)

対応者：大野 英男

(東北大学・電気通信研究所)

分担者：

押山 淳 (筑波大院・数理物質科学研究科)

中山 弘 (大阪市立大学・工学部)

額綱 明伯 (東京農工大・工学部)

一宮 彪彦 (日本女子大学・理学部)

大野 隆央 (物質材料研究機構)

伊藤 智徳 (三重大学・工学部)

長谷川修司 (東大院・理学系研究科)

中山 隆史 (千葉大・理学部)

山口 浩司 (NTT物性基礎研)

野村晋太郎 (筑波大院・数理物質科学研究科)

上田 一之 (豊田工大・工学部)

木塚 徳志 (筑波大院・数理物質科学研究科)

成塚 重弥 (名城大学・理工学部)

平山 博之 (東工大院・総合理工学研究科)

三木 一司 (物質材料研究機構)

阿久津典子 (大阪電通大・工学部)

名西やすし (立命館大・理工学部)

研究費：校費 50,000 円、旅費 370,000 円

### [2] 研究経過

今日の半導体ナノデバイス技術の進展は目覚しく、ゲート絶縁膜、半導体チャネル等、ナノデバイスの各々の構成要素がナノスケールで構成されるようになってきている。実際、商用化されているパソコンに搭載されている MOSFET のゲート絶縁膜厚ですら 20 Å 未満になっており、ゲート絶縁膜を量子力学的にトンネルするリーク電流が大問題になっていることから容易に推測されるように、次世代のナノデバイスを有効に利用するには、その量子性の制御が不可欠となることは半導体デバイス製造現場でも認識されていることである。

量子性ととも、半導体デバイスの構成要素がナノスケール化すると、各構成要素に含まれる電子(ホール)等のキャリア数も当然少なくなってくるため、少数系の統計揺らぎも原理的に不可避となってくる。

る。

ところが、半導体ナノデバイス特有の量子性と統計性を記述し、半導体ナノデバイスの設計指針となるべき「ナノ半導体物理」は体系的に整っているわけではない。一部のメソスコピック物理の分野等の理想的な系において、バリスティック伝導や量子ドット中の発光等の物理現象が議論されているにすぎず、半導体ナノデバイスの実現に必要な基礎物理的な基盤は全く揃っていないのが現状である。例をあげると、現実の半導体デバイスに不可避な、「ナノスケールの異種物質接合界面の電子状態」、「散逸のある場合のバリスティック伝導」等、現実の半導体ナノデバイス実現の際に不可欠となる基礎物理が全く手付かずの状態になっているわけである。

次世代のナノ半導体デバイス実現においては、基礎研究と応用研究の同時進行が求められている。20世紀式の基礎研究を行ってから応用研究を行うというスタイルでは、実用化までの期間が極めて長くなってしまい、新しい技術のブレークスルーが生まれにくくなっているからである。

このような状況の下、平成17年に「ナノ半導体物理の構築とその作製・計測技術の開拓」という研究課題で共同プロジェクト研究会が採択された。本プロジェクト研究会の最大の目的は、将来の半導体デバイスの実現に不可欠な「ナノ半導体物理」の構築と「ナノ半導体の作成・計測技術」の開拓を同時進行するための研究体制作りを行うために、当該分野の第一線の研究者を一同に集め、本音の討論を行うことである。

第1回当該共同プロジェクト研究会は平成17年10月14日(金)～15日(土)にかけて、宮城県岩沼市の「岩沼・モンタナリゾート」で開催された。第1回研究会ではナノスケールの物質で起こる基礎的現象とその計測方法、新しいナノスケール物質の作製方法に焦点を絞り、研究会メンバーを中心に講演を募集した。その結果、多くの多くの興味深いナノ構造独特の現象に関する研究発表が行われるとともに、活発な討論が行われた。

### [3] 成果

#### (3-1) 研究成果

平成17年度のプロジェクト研究会は研究分担者

に「ナノ半導体物理の構築とその作製・計測技術の開拓」に関する研究発表を募集して、平成17年10月14日(金)～15日(土)にかけて、宮城県岩沼市の「岩沼・モンタナリゾート」で開催した。平成17年度の第1回研究会は、22名の参加者によって熱のこもった討論が展開され、「ナノ半導体物理」の構築を皮切りに「21世紀のナノテクノロジー」を日本発で切り拓こうという各研究者の気迫が伝わってきた。以下に今回の研究会プログラムを記載する。

-----  
10月14日

- (1) 13:40-13:45  
はじめに 筑波大院・数理物質科学研究科 白石 賢二
- (2) 13:45-14:05  
Si(111)表面上に成長したAgナノ薄膜内への電子量子閉じ込め(2)  
東工大院・総合理工学研究科 平山 博之
- (3) 14:05-14:25  
Si(100)面上のSn超格子構造のISS-STMによる観察  
豊田工大・ハイテクリサーチセンター 上田 一之、柴田 秀幸、吉村 雅満
- (4) 14:25-14:45  
表面構造のガラス結晶化転移での電気伝導  
東大院・理学系研究科 長谷川 修司
- (5) 14:45-15:05  
ビスマス原子細線をテンプレートとして用いたクラスター等のナノ構造作製  
物質材料研究機構 James Owen
- (6) 15:05-15:25  
III-V族化合物半導体ナノワイヤにおける構造多形  
三重大・工学部 秋山 亨、中村 浩次、伊藤 智徳
- (7) 15:25-15:45  
ダイヤモンドのSTM観察  
物質材料研究機構 三木 一司
- (8) 16:05-16:25  
Si基板へのGaN直接成長-Si表面の終端水素制御-  
東京農工大・工学部 額額 明伯
- (9) 16:25-16:45  
スラブ型フォトリソニック結晶を用いた光フィルターの設計と作製

NEC 基礎・環境研究所 五明 明子

- (10) 16:45-17:05  
カゴメ格子鎖の電気伝導  
千葉大・理学部 中山 隆史
- (11) 17:05-17:25  
反射高速陽電子回折による表面評価  
日本女子大・理学部 一宮 彪彦
- (12) 20:00-20:20  
量子ドット超格子の光物性探索  
筑波大院・数理物質科学研究科 野村 晋太郎
- (13) 20:20-20:40  
吸着子によるサーマル・ステップ・バンチング：単純六方格子(0001)面の場合  
大阪電通大・工学部 垣井 祥成、阿久津 典子
- (14) 20:40-21:00  
有機触媒(Cat)CVDによる有機・無機ハイブリッド薄膜の低温成長  
大阪市大・工学部 中山 弘

-----  
10月15日

- (15) 9:15-9:35  
有機分子架橋系の電気伝導特性  
物質材料研究機構 奈良 純、大野 隆央
  - (16) 9:35-9:55  
SiC基板上でのカーボンナノチューブ生成メカニズム  
名城大・理工学部 成塚 重弥
  - (17) 9:55-10:15  
炭素ネットワーク物質の磁性  
筑波大院・数理物質科学研究科 岡田 晋、押山 淳
  - (18) 10:15-10:35  
メカニカル素子におけるナノ半導体構造  
NTT物性基礎研 山口 浩司
  - (19) 10:35-10:55  
磁性半導体におけるスピン流とスピントルク  
東北大通研 大野 英男
  - (20) 10:55-11:15  
呼吸を司る酵素、チトクローム酸化酵素における原子レベルのプロトン移動機構  
筑波大院・数理物質科学研究科 白石 賢二、神谷 克政、Mauro Boero、押山 淳
  - (21) 11:15-11:20  
おわりに 東北大通研 大野 英男
-

今回の研究会では、(1)「ナノ半導体物理」の芽となるような基礎物理の研究結果、(2)「新しい半導体ナノ構造の製造方法」につながると期待される研究結果、(3)「新しい半導体ナノ構造の計測方法」にブレークスルーを与える可能性のある研究結果、という本研究会の3つの大きなターゲットに関する発表が数多く行われた。例えば、「カゴメ格子鎖の電気伝導の理論(千葉大・中山)」、「Si 基板上への GaN の成長方法(東京農工大・瀬瀬)」、「反射高速陽電子回折による表面評価(日本女子大・一宮)」等がこれらに該当する今後の発展の期待される研究成果である。

### (3-2) 波及効果と発展性など

本共同プロジェクト研究会を通して、理論と実験、基礎と応用、ミクロとマクロ、異なる分野の研究者がナノサイエンス・テクノロジーという一つのテーマに対して集中的に討論できたことは非常に意義が大きかったと考えられる。

現実に本プロジェクト研究会をきっかけに、いくつかの研究協力、共同研究がはじまった。また、今年度のプロジェクト研究会をきっかけに新たな共同研究も生まれている。「金属/絶縁体ナノ界面制御の実用化」という応用寄りのテーマに対して、元来はナノ界面の基礎物理の研究を行っていた理論研究者が参入し、実用化に近い研究者と共同し、デバイス分野の国際会議への投稿を検討するまでに至っている。

以上のように本プロジェクト研究会が分野を超えた研究者間の真の意味の連携の機会を与える場となり、基礎研究と応用研究が同時進行するという将来のナノデバイスの研究開発に不可欠な研究体制の足がかりができたと考えている。将来的には、本プロジェクト研究会の討論をきっかけに、さらなる研究者間の有機的連携が生まれ、「ナノ半導体物理の新概念の構築」を皮切りに「新原理ナノデバイスの提案」、さらには実用化へとつながってゆくことが十分予想される。このような一連の研究成果こそが、21世紀のナノテクノロジーに求められるものであり、日本が先端技術を武器に将来各国との競争に打ち勝つための必要条件となると期待している。